

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo University of Marine Science and Technology (東京海洋大学)

# 第一部 海鷹丸航海調査報告 平成19年度(2007年度) 調査報告 2007/2008南大洋研究観測航海報告

雑誌名	航海調査報告
巻	17
ページ	76-119
発行年	2009-03-27
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1342/00000330/">http://id.nii.ac.jp/1342/00000330/</a>

## 4.5 調査報告 (Survey Report)

### 4.5.1 2007/2008 南大洋研究観測航海報告 (Leg 1)

#### 1. はじめに

山口征矢 (東京海洋大学海洋科学部)

本報告は、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立極地研究所 (以下「極地研究所」) と、国立大学法人東京海洋大学 (以下「東京海洋大学」) との間に交わされた、「2007/2008 年南極夏期共同観測実施に関する協定」にもとづいて、東京海洋大学の研究練習船「海鷹丸」の 2007 年度遠洋航海 (2007 年 11 月 5 日～2008 年 3 月 10 日) の一部の期間 (2007 年 12 月 24 日～2008 年 1 月 18 日) を利用して行われた南大洋観測の暫定的報告書である。極地研究所側は「第 49 次日本南極地域観測共同研究観測—東京海洋大学「海鷹丸」を用いた海洋観測—」として実施され、東京海洋大学側は文部科学省科学研究費補助金基盤 (A) 海外学術調査「南大洋の環境変動と生態系変動」(平成 19 年度～22 年度: 研究代表石丸 隆) の一環として、また一部は東京海洋大学海洋科学部学術研究奨励基金の援助を受けて実施された。本共同観測には極地研究所側から 9 名、東京海洋大学側から 18 名の研究員等が乗船し、参加者の所属機関は 5 研究機関に及んだ。

海鷹丸を用いた、極地研究所と東京海洋大学の南大洋インド洋セクターリュツォ・ホルム湾沖合域の共同観測は今回で通算 3 回目を数えるが、同湾域の海水の状況は調査年次ごとに著しく異なり、今回も強い海水の張り出しのために、当初予定の観測点を大幅に変更せざるを得なかった。このため、次善の策として南緯 65 度 55 分で、東西にリュツォ・ホルム湾を横断する観測ラインを設定し観測を実施した。

この度、この研究航海を無事終了し、多くの観測を実施することができたことは、本航海の成功を意味するものであり、乗船研究者一同の努力の賜物である。また、現場観測の成功は、度々の予定変更にもかかわらず「海鷹丸」側の柔軟な対応があつて初めて達成され得たものである。小池義夫船長はじめ、乗組員、専攻科学生の皆様の献身的な支援とご理解に深く感謝するしだいである。

本航海によって得られた成果は、第 49 次日本南極地域観測隊報告の一部として公表されるほか、さまざまな機会を利用して公表されることになる。しかしながら、公表までには時間を要することが予

想されるため、それまでの暫定版として本報告を取りまとめること年、各乗船者が行った研究概要、観測データ責任者等を乗船者間で周知することを目的とした。現時点では、まだ解析の終わっていない観測項目が多く、互いに連絡を密にしてよりよい成果、より多く発表できるように期待している。乗船者の所属・連絡先、観測記録等は付表として添付した。なお、本報告中のデータは暫定的なものであり、今後実施される機器の検定等で数値の変更がなされることがあるので、本報告中の値を引用することは避けて欲しい。

## 2. 観測航海概要

平澤 享（北海道大学大学院水産科学研究院）

観測航海の日程および観測の経過について、添付3の航海記録.docおよびブリッジ観測野帳.xlsに詳細を記した。また、観測海域および観測点を図1～3に示す。

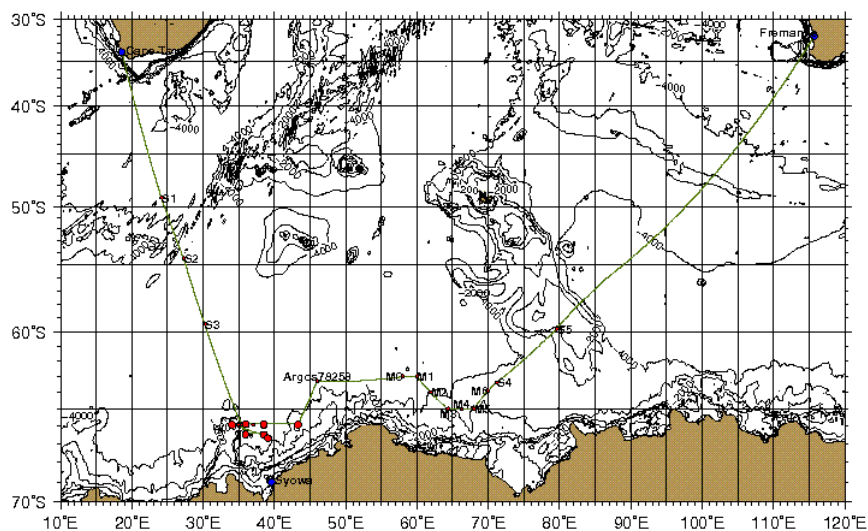


図1. 観測海域全域

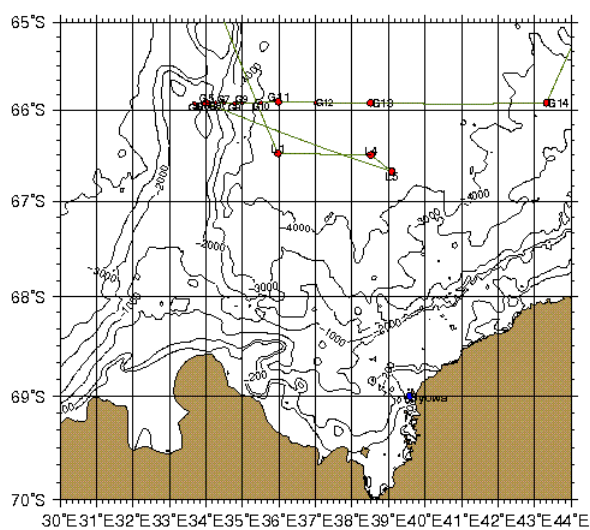


図2. 昭和基地沖観測点

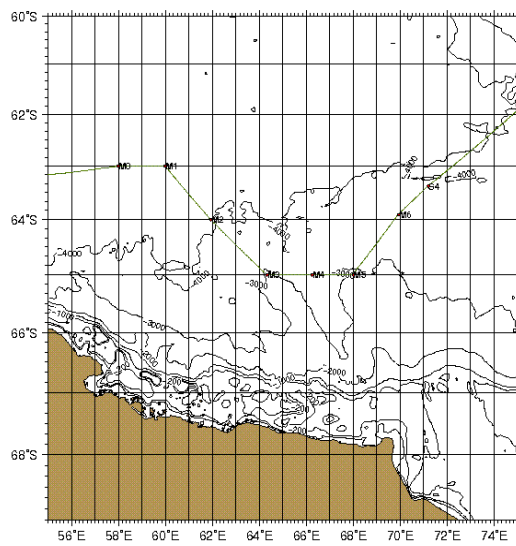


図3. マックロバートソンランド沖観測点

### 2-1. 航海全般

2007年12月19日10:00、北海道大学からの4名が給油用岸壁に入港した海鷹丸に到着し乗船し

た。海鷹丸の給油が終了後、11:00 に停泊先であるケープタウン・ウォーターフロントへシフトした。午後からは RMT 等の機材を倉庫から運び出す作業を行った。12 月 20 日には極地研グループが、21 日には海洋大学グループが到着し、観測準備が 12 月 23 日まで行われた。23 日の夕方に諸般の事情により、24 日の出港が 16:00 に延期された。24 日には操練（緊急時の非難訓練）が実施された。ボートデッキへ全員集合後に救命ボートを降ろしエンジンの点検が行われた。また、イマーシヨンスーツの着用練習を実施した。

12 月 24 日 16:00、海鷹丸はケープタウンを出港した。出港直後は多少のうねりはあったが、観測期間全体に渡り大変穏やかな海況であった。しかしながら、観測時期が例年よりも早かったためか、海氷が多く全ての観測点の変更を余儀なくされた。初めの頃の観測点では準備や次の観測項目への切り替えが遅く、シップタイムを余計に消費してしまう傾向があったが、観測が進むにつれて解消された。

フリーマントル入港前日の 1 月 17 日には研究者の入れ替えに備え研究機材の片付けを行った。1 月 18 日 10:20、海鷹丸はフリーマントル港に到着した。

## 2-2. 航走観測および停船観測

出港時間が遅れたため、当初予定した 1 日 1 回の観測は出港後 2 日間見合わせた。表層環境モニタリングは出港後に起動し、そのポンプくみ上げ海水の採取・分析を 12 月 26 日より開始した。また同日 CPR を曳航し始めた。12 月 27 日より 1 日 1 回の観測を各観測項目のトライアルを兼ねて実施した。

リュツォ・ホルム湾の観測は「しらせ」で投入したアルゴスブイの位置に基づいて決定する予定であったが、ブイが海氷縁または海氷域にあることがブイの位置データから予想された。そのため、ブイを囲むような観測点を設置することは難しく、まずは当初計画通りの位置で観測を進めることとした。2007 年 12 月 30 日早朝グネルスリッジ北端に達し一時浮氷域に入った。13:56 には CPR を回収し、予定よりも約 9 時間遅れで最初の定点である L1 に到着した。L1 における観測終了後、SSMI の衛星画像を参考に L2、L3 へ南下しようとしたが、L2 へ向かう途中で浮氷域に入った。レー

ダーによって海水状況を見ながら東西への迂回を何度か試みたものの南下は困難であったため、L4 および L5 を観測しているうちに海水状況が変わることを期待しつつ、L2 よりも先に L4 へ向かうことにした。海水の中を縫うように走り、12 月 31 日 05:41 に L4 に到着した。L4 から L5 へ向かう途中、再び浮氷域に入り当初予定の L5 に到達することは困難であると判断し、その時に到達していた流氷縁を L5 として観測を実施した。その後、更に南下することは困難な海水状況であったため、これ以上当初計画を遂行することは断念し、新規に観測ラインを設置することを決定した。新規ラインとして、比較的浅海であり夏季生物生産が高いと考えられるグンネルスリッジから東方向に湾を横断するラインを検討した。2 月に観測を実施する白鳳丸の観測点および過去の観測点との整合性を考え、ラインを設ける緯度候補がいくつか挙げられた。また、リュツォ・ホルム湾観測後に計画されていた物理観測ラインも海水状況が悪いため、そのシップタイムの一部をリュツォ・ホルム湾観測にあてて、リッジ斜面における乱流観測を目的とした観測点を設けることとした。観測ラインの緯度は海水状況によって決定することとし、はじめに 66-16S, 34-00E の観測点 G5 を目指し航走した。

66-16S のラインは結局海水により立ち入ることもできなかったため、ラインを北に上げ 65-55S を新観測ラインとした。海水に囲まれる中、新年を迎え 2008 年 1 月 1 日 13:53 に最も浅海である G5 の観測を開始した。G5 の観測を終了し、最も西の G1 へ向かおうとした直後、西から南にかけて再び海水縁が出現した。迂回を試みたが G1 から G3 は海水で覆われていると判断し、G4 から東の観測を実施することにした。その後、G12 まで順調に観測は進んだところでシップタイムと海水状況を確認し、G15 をキャンセルおよび G14 をライン上の東側氷縁に設置することを決めた。1 月 5 日には東側氷縁を確認、13:33 にリュツォ・ホルム湾最後の観測点 G14 の観測を開始した。1 月 6 日 03:30、リュツォ・ホルム湾の観測を終え海水縁を離脱した。その後、「しらせ」が投入した Argos ブイ No. 78258 の位置にて CTD-FSI および採水を実施し、物理観測点があるマックロバートソンランド沖へ向かった。

マックロバートソンランド沖では当初の計画を変更し、南極低層水を調査すべく 6 点の観測点を設置した (M0-M5)。1 月 7 日 16:36 に M0 の観測を開始し M2 までは順調に進んだが、M3 へ向かう途

中 1 月 8 日の 15:00 には東方および南方を浮氷帯に囲まれた。北上した後この浮氷帯を回避し M3 を無事観測できた。1 月 9 日、M5 の観測後、底層水を確認するために M6 を追加した。海氷の間を抜けつつ 1 月 10 日 02:53 に M6 到着し、この観測点を最後に海氷域を離脱した。

1 月 10 日より 1 日 1 回の観測および CPR 曳航を再開した。しかしながら、シップタイムの残りが少なくなってしまったため、1 月 11 日の観測をもって停船観測は終了した。その後、表層環境モニタリング装置および CPR を 1 月 16 日 15:00 まで継続し、1 月 18 日 10:20 にフリーマントル港に到着した。総航程 6440 海里であった。

### 3. 各観測の概要

#### 3-1. 航走観測

##### 3-1-1. XCTD

北出 裕二郎（東京海洋大学海洋科学部）

林 敏史（東京海洋大学練習船海鷹丸）

水塊特性・海洋構造を把握するため、XCTD 観測をケープタウンからリュツォ・ホルム湾へといたる航路上の 3 地点（測点 S2～S4）および海堆斜面域の 10 地点（測点 TL1-1～TL1-10）で実施した。

##### 3-1-2. XBT

青木 茂（北海道大学低温科学研究所）

ケルゲレン海台沖の南緯 58 度 14 分・東経 82 度 20 分から 56 度 6 分・86 度 27 分の 185 マイルの測線上 14 点で、XBT 観測を実施した。このラインは 2003 年から 2005 年まで行われた日豪共同観測ラインの一部であり、TOPEX/Poseidon・Jason-1 の軌道と一致している。本船も 2003 年に同海域で CTD/LADCP 観測を実施した。今回の観測の目的は、こうした過去の観測と合わせて、海洋表層構造の経年的な変化を調査することにある。

観測には鶴見精機 T-7 プローブを使用した。観測時の風速は 2.0–7.2m/s と弱く（風向は 132～236 度）条件は良好であり、全点で最高深度の 760m までのデータが取得できた。なお、観測時には 12 ノットまで減速していただいた。CPR の曳航観測も行われていたが、左舷側から投下した（CPR は主として右舷側に振れていた）ことでほとんど問題は生じなかった。



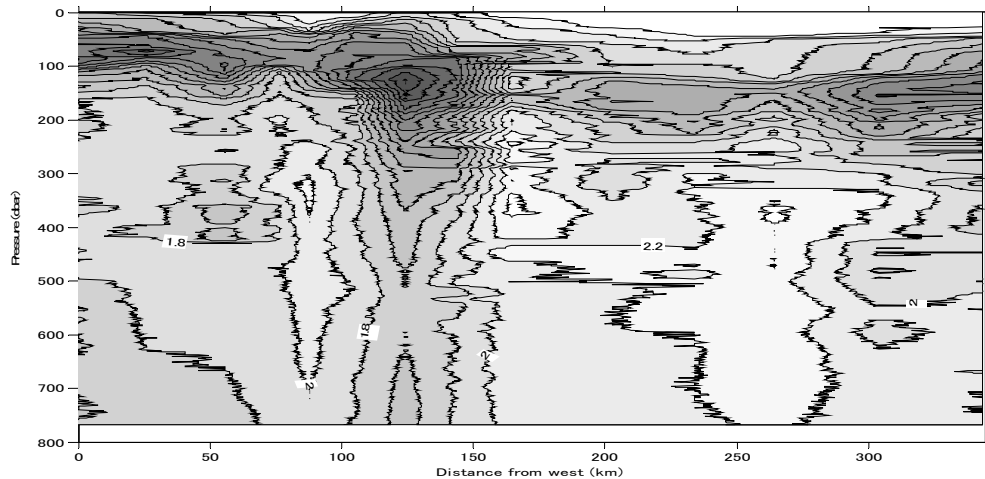


図4 ケルゲレン沖XBT測線における水温プロファイル

得られた水温プロファイルを図4に示す。測線の西端から120-130kmの地点に、亜表層の水温極大が1.6°C程度の冷水ドームが存在する。この冷水ドームの位置は2004年の「みらい」による観測結果と同様である。冷水ドームの東側約250kmの地点にもっとも高温の水温極大がみられるが、東端ではまたやや水温が下がっている。この傾向もほぼ同様であるが、今回の水温は全体的にやや高い。また、約50kmのところに冷水コア、80kmの地点に暖水コアが存在する。

### 3-1-3. ADCP

北出 裕二郎（東京海洋大学海洋科学部）

南極周極流の分布を調べるため、船底設置型 ADCP（RD Instrument, 32kHz）による流速観測を実施した。RD の ADCP による観測は、計量魚探による観測・実験区間を除く、ケーブタウン～リュツォ・ホルム湾間、リュツォ・ホルム湾～マックロバートソン沖間、マックロバートソン沖～フリーマントル間で実施された。37.9m 深から 16m 間隔で 75 層の流向流速記録が得られた。古野 ADCP による観測は、全航程において実施され 20m、75m、100m 深の流向流速記録が得られたが、途中 GPS データの欠測があった。

#### 3-1-4. 表層環境モニタリング

平譚 享（北海道大学大学院水産科学研究院）

関屋千絵子（東京海洋大学練習船）

航路に沿った表面海水の水温、塩分、クロロフィル *a* 濃度（in-vivo 蛍光）をモニターするため、2007 年 12 月 24 日から 2008 年 1 月 16 日にかけて表層環境モニタリングシステム（CT&C 社製）の運用を行った。海水を専用ポンプにより船底海水採取口よりくみ上げ、その水温塩分を FSI 製 CT センサー、in-vivo 蛍光を WETLabs 社製蛍光光度計 WETStar を使用して測定した。また同時に、光合成有効放射（PAR）と紫外線-B 量（UV-B）を International Light 社製 PAR センサーおよび UV-B センサーにより測定した。尚、同装置の光吸収センサー ac-9 および光学プランクトンカウンターは使用しなかった。くみ上げた海水の各種分析については次項の「ポンプ採水」を参照のこと。

#### 3-1-5. ポンプ採水

橋濱史典・南波達志・鮎川航太・沖 俊輔（東京海洋大学）

平譚 享・近藤直樹・高尾信太郎（北海道大学）

笠松伸江・中岡慎一郎・真壁竜介（国立極地研究所）

多田雄哉（東京大学）

海鷹丸航走中に船底からポンプで連続的にくみ上げた表面海水（研究用海水）を定時（基本的に船内時で 0:00, 6:00, 12:00, 18:00）に採取した。海水採取時には、表層環境モニタリング装置に供給される海水の流速が  $1.4 \sim 1.6 \text{ l min}^{-1}$  で安定していることを確認した。また、船位、表層水温・塩分（C-T）およびクロロフィル蛍光（Wet Star）を記録した。採取した海水は、以下の項目に関する処理・分析に用いた。処理・分析の詳細は 3-3. を参照されたい。

- ・栄養塩（橋濱・鮎川・南波）
- ・Chl *a*、*a*\*および HPLC 色素（平譚・近藤・高尾・橋濱・沖）
- ・DIC+同位体（中岡）

- ・ DMS (P) (笠松)
- ・ POC、DOC、細菌生産、細菌数および細菌群集組成 (多田)
- ・ POC/N+同位体および微小・中型動物プランクトン (真壁)

また、定時の採水に加えて、*Pseudo-nitzschia*の形態観察のための試料採集を1日1回行った(橋濱; 東大アジアセンター福代康夫教授・大村卓朗博士との共同研究)。研究用海水に5mmメッシュのプランクトンネットを仕掛け、数十分後、濃縮試料を中性ホルマリンで終濃度1%になるように固定した。

### 3-1-6. 光合成有効放射 (PAR) の測定

平譚 享・高尾信太郎 (北海道大学大学院水産科学研究院・水産学部)

沖 俊輔 (東京海洋大学)

基礎生産力測定および推定モデル開発のため、光合成活性測定時の光合成有効放射 (PAR) をモニターした。空中 PAR センサー (LI-190SB, Li. COR Inc.) を培養水槽の上に設置し、データロガー (LI-1400, Li. COR Inc.) で測定・記録した。15 秒毎に測定し、5 分間の平均値を連続的に記録した。

### 3-1-7. 航走中の大気／海洋 CO<sub>2</sub> 濃度測定

中岡 慎一郎 (国立極地研究所 生物圏研究グループ)

南大洋における大気-海洋間の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 交換の時空間分布を把握するために、大気／海洋中 CO<sub>2</sub> 濃度の測定を航行中に行った。測定は非分散型赤外分析計 1 台を用いて行い、濃度の異なる 4 本の標準ガス (それぞれ 200, 266, 320, 400ppm) で 12 時間毎に校正しながら、2 時間毎に大気中 CO<sub>2</sub> 濃度を測定し、それ以外では常時海洋中 CO<sub>2</sub> 濃度の測定を行った。大気観測時には、ダイアフラムポンプを用いてブリッジ直上から研究室へ通したチューブで船外の空気を分析

計に導入し、海洋観測時には船底から汲み上げた表層海水を平衡器に導入した後、器内で海洋中  $\text{CO}_2$  濃度と平衡に達した空気（平衡空気）を測定装置に導入し測定した。

### 3-1-8. 計量魚群探知機による調査

甘糟和男，小川誠記（東京海洋大学）

#### 1. 調査概要

計量魚群探知機（計量魚探機）を使用し、主にナンキョクオキアミを対象として、1) 分布特性の把握、2) 自然状態におけるターゲットストレングス（TS）の測定と遊泳行動の推定を目的とした調査を行った。

2007 年 12 月 24 日にケープタウンを出港し、2008 年 1 月 18 日にフリーマントルへ入港するまで、計量魚探機を常時稼動させ音響データの収録を行った。なお、計量魚探機（38 kHz）と ADCP（38 kHz）は干渉するので互いに誤差を生じさせる恐れがある。そこで、ケープタウンから Stn. L1 までは ADCP を優先し、Stn. L1 から Stn. G4 までは計量魚探機を優先した。Stn. G4 での観測終了後からは、航走中は主に ADCP を優先し、停船中や各種ネット曳網中は計量魚探機を優先した。音響調査において雑音は誤差の主な要因となる。そこで、定点観測終了後に船速が一定となるまでの間、雑音測定を数ヶ所で行った。調査期間中は可能な限り計量魚探機前でワッチを行い、出現するエコーの特長を観察した。これは、解析時に行うエコーの取捨選択、各種ネットのサンプルとの対応付け、などを的確に行うためである。本計量魚探機で収録した音響データは、後処理ソフトウェアの Echoview（SonarData 製）で解析を行う（本ソフトウェアのドングルは、本学の海洋計測工学研究室と海鷹丸がそれぞれ所有している）。解析では、水中音速と音波の吸収係数が必要であるが、それらは CTD（SBE）で得られた水温・塩分から計算する。

#### 2. 調査機器および設定

本船には 3 周波の計量魚探機（KFC-3000, Kaijo Sonic 製）が装備されている（Table 1）。定

点間の移動中はレンジを 300 m（送信周期 1.2 s）として音響データを収録した。これは主に分布特性の把握のために使用する。一方、自然状態 TS の測定と遊泳行動の推定のために、ORI ネットの曳網中などはレンジを 50 m（送信周期 0.2 s）として音響データを収録した。パルス幅はいずれの場合も 0.6 ms とした。雑音測定時はレンジ 300 m、パルスの送波をオフ（受波のみ）として雑音を測定した。

Table 1. Specifications of quantitative echo sounder (KFC-3000, Kaijo Sonic).

Frequency (kHz)	38	70	120
Transmit power (kW)	3.2	1.6	1.2
Transducer type (hull-mounted)	Split-beam		Single beam
Beam width (deg.)	8.5 (Narrow beam), 19.8 (Wide beam)		
Pulse duration (ms)	0.6, 1.2, 2.4		
Band width (kHz)	4		

本計量魚探機は、狭ビームと広ビームを有している。パルスの送波は狭ビームのみで行うが、受波は狭ビーム、広ビームのそれぞれで行うことができる。これ以降で述べる「広ビーム」は「狭ビーム送波、広ビーム受波」を意味するものとする。

計量魚探機を使用した音響調査において、較正は必須の実施項目である。特に南極海は低水温による送受波器の感度低下に気を付けなければならない。しかし、本航海においては時間的な制限などの理由により行っていない。そこで、解析では、2003 年の南極調査での較正值、事前に日本で行った較正值を最善の値として使用する (Table 2)。

Table 2. Calibration results.

Frequency (kHz)		38	120	70	
Pulse duration (ms)		0.6			
	Narrow	60.8	60.0	60.4	2003/02 Antarctic survey @ 38 kHz,
TR factor (dB)	Wide*	61.6	-	62.6	2006/09 @ 120 kHz, 2007/09 @ 70 kHz
	Narrow	-19.1			
Equiv. beam width (dB)	Wide*	-17.1	-	-17.1	
	Narrow	0.49	0.54	0.50	2007/09 @ 38 and 70 kHz,
Equiv. pulse duration (ms)	Wide*	0.50		0.50	2005/07 @ 120 kHz

\*Wide: Acoustic pulses are transmitted by narrow beam and received by wide beam.

38 kHz の狭・広ビーム, 70 kHz の狭ビームでは電氣的雑音が多かったため, 約 100 m 以深では定量的な調査が行えなかった。70 kHz の広ビームではこのような症状はなく, 約 150 m 程度まで定量的な調査が行えた。120 kHz はエコーグラムの様子から送受波器の感度が低下していることが予想された。較正が行えなかったことを考慮すると, 120 kHz の音響データの解析には注意が必要である。

### 3. Stn. G4～G14 のエコーグラム

速報として, 直線的に航走して調査を行った Stn. G4 から Stn. G14 までのエコーグラムを Fig. 1 に水温のコンターと併せて示す。白く抜けている部分は雑音測定を行ったところである。170 m 以深には定常的に反応があったように見えるが, これらは雑音である。東西に約 240 マイルと広範囲にわたるエコーグラムなので, パッチ状エコーなどの詳細は見えない。しかし, ナンキョク

オキアミと思われる反応は全体にわたってしばしば見られ, ORI ネットなどでも採集されていた。37° 以東では連続して 50 m 以浅で弱い反応が見られた。38° 付近に見られる若干強い反応はナンキョクオキアミと思われる。70 m 以深には, -80dB 未満の弱い反応が広範囲にわたって見られた。これらの反応の深度変化は $-1.0^{\circ}$  ~ $-0.5^{\circ}$  の等温線とよく一致しており, 水温などの海洋環境からの影響が多分にあると推測される。反応の強さや分布からしてナンキョクオキアミではなく, ハダカイワシ類や小型の動物プランクトンではないかと考えられる。上述したような反応に対しては, 各定点で行っている各種ネットのサンプルと比較・対応付けることで種の識別が可能であろう。また, サンプルの形状, 体長組成の情報から TS を理論的に求めることができれば, 分布密度の推定なども可能であろう。今後, さらに詳細な解析を行う予定である。また, ナンキョクオキアミの単体エコーも多く収録することができ, 分布密度への変換に実際的な値である自然状態の TS を得ることが期待できる。さらに, これと併せて遊泳行動の推定も今後行う予定である。

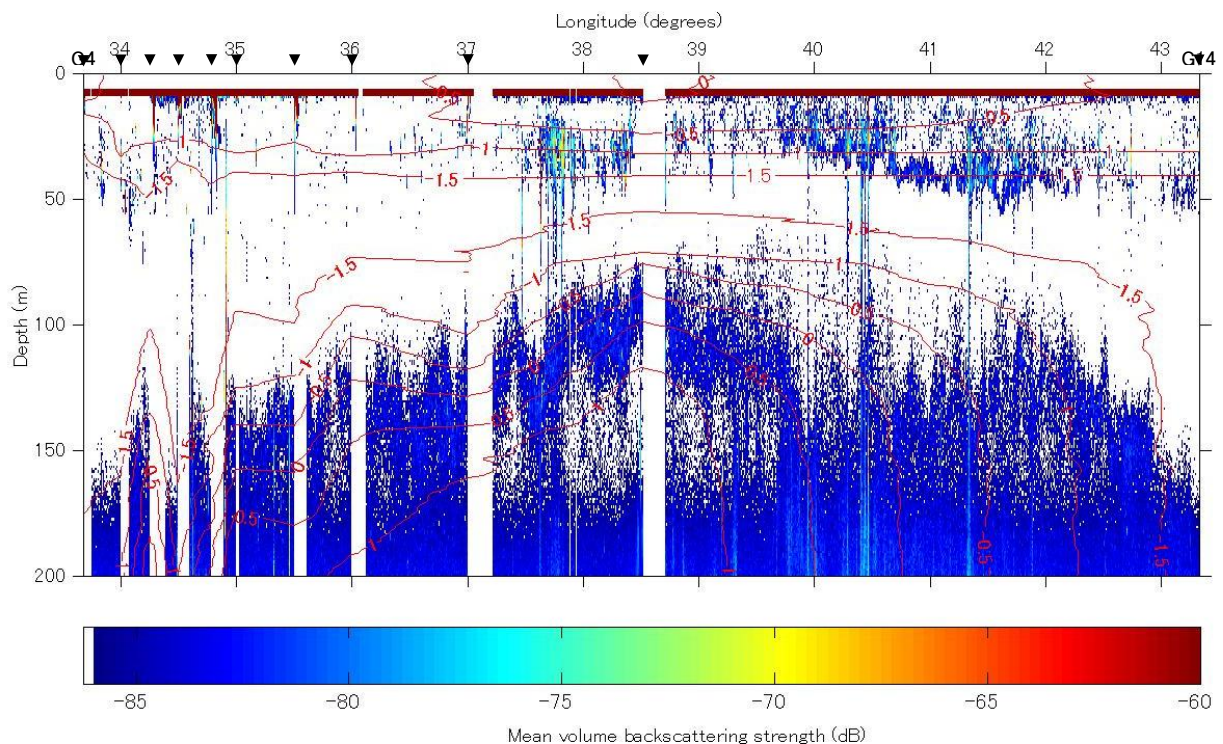


Fig. 1. Echogram of mean volume backscattering strength between Stn. G4 and G14 overlaid with contour line of water temperature.

### 3-1-9. 連続プランクトン採集器 (CPR)による表層動物プランクトンのモニタリング

谷村 篤 (三重大学)

真壁竜介 (国立極地研究所)

#### 1. 目的

本研究航海の航路における動物プランクトン水平分布のモニタリング

#### 2. 観測実施概要

CPR による動物プランクトン採集は、往路ケープタウン出港後 L1 到着まで、および帰路 M5 離脱後フリーマントルまで、およそ 350～400 マイル航行ごとにネットを交換した。得られた連続標本は、往路 4 区間 4 本、帰路 6 区間 6 本、合計 10 本であった。往路および帰路の CPR 採集記録は、それぞれ表 3、表 4 の通りである。

#### 3. 帰国後の予定

CPR サンプルは、帰国後オーストラリア南極局において処理・解析がなされる予定である。

表 3. 往路における CPR 採集記録

Sample no.	Towing time (LT)		Position		Remarks
	Start*	End**	Start*	End**	
CPR-1	2007	2007	43°27.265'S	49°10.939'S	Wire out: 300 m
	Dec.26, 09:59	Dec.27, 08:59	21°07.124'E	24°09.770'E	Course: 160°
CPR-2	2007	2007	49°14.991'S	54°28.368'S	Wire out: 250 m
	Dec.27, 11:20	Dec. 28, 09:00	24°11.668'E	27°17.258'E	Course: 160°
CPR-3	2007	2007	54°29.970'S	59°28.557'S	Wire out: 200 m
	Dec.28, 11:14	Dec. 29, 08:52	27°19.278'E	30°15.902'E	Course: 160
CPR-4	2007	2007	59°26.563'S	65°18.586'S	Wire out: 200 m
	Dec.29, 11:03	Dec. 30, 13:55	30°18.127'E	34°56.349'E	Course: 160

\*: time and position throwed the CPR in the sea; \*\*: time and position retrieved the CPR on the deck



表 4. 帰路における CPR 採集記録

Sample no.	Towing time (LT)		Position		Remarks
	Start*	End**	Start*	End**	
CPR-5	2008	2008	63°22.284'S	59°47.736'S	Wire out: 100 m
	Jan.10, 10:53	Jan.11, 09:02	71°17.709'E	79°38.505'E	Course:037°
CPR-6	2008	2008	59°45.692'S	56°01.943'S	Wire out: 100 m
	Jan.11, 12:38	Jan. 12, 10:00	79°42.385'E	86°34.465'E	Course: 037°
CPR-7	2008	2008	56°01.943'S	52°16.935'S	Wire out: 100 m
	Jan.12, 10:10	Jan. 13, 10:05	86°34.465'E	93°49.270'E	Course: 037°
CPR-8	2008	2008	52°16.935'S	48°15.556'S	Wire out: 100 m
	Jan13, 10:12	Jan. 14, 10:00	93°49.270'E	99°55.661'E	Course: 037°
CPR-9	2008	2000	48°15.456'S	43°34.913'S	Wire out: 100 m
	Jan14, 10:05	Jan. 15, 10:20	99°56.062'E	105°07.544'E	Course: 037°
CPR-10	2008	2000	43°34.430'S	38°59.270'S	Wire out: 100 m
	Jan15, 10:27	Jan. 16, 14:59	105°07.861'E	110°00.191'E	Course: 037°

\*: time and position throwed the CPR in the sea; \*\*: time and position retrieved the CPR on the deck

### 3-2. 停船観測

#### 3-2-1. CTD-SBE & LADCP

北出裕二郎・平野大輔（東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科）

青木 茂（北海道大学低温科学研究所）

陸棚および海堆の斜面域における境界混合や二重拡散対流による熱・塩フラックスの評価、および深層水の水塊特性を把握する目的で、海底直上までのCTD（Sea-Bird 911 Plus）とLADCP（RD Instrument, 300kHz）による観測を実施した。観測点はリュツォ・ホルム湾の15地点とマックロバートソン沖の7地点である。各観測点の緯度経度はCTD野帳を参照（添付6）。D0センサーの調子が悪く、何度か取り替えた。（各測点におけるD0センサーの状況、L1, L4, L5ではセンサーの応答が悪く、キャリブレーションできるか不明。G4, G5, G5R, G6ではセンサーヘッドを交換したことで、センサーの応答が向上し、表層200mdbar以浅でかなり高めの値すが、水温極小層以深でリーズナブルな値を示した。D0センサーの内部基盤を交換したG7以降の測点（G7～G14, M0～M6）では表層付近での応答もかなりよくなり、キャリブレーションすれば全層にわたり十分使用可能。）

#### 3-2-2. CTD-FSI

平澤 享（北海道大学大学院水産科学研究院）

寄港地と南極海観測海域を結ぶ航路上の5地点（測点S1, S2, S3, S4, S5）およびリュツォ・ホルム湾の7地点（測点L1, L4, L5, G5, G, 11, G13, G14）において、FSI社製CTD観測および採水を行った。各観測点において200mまでの標準層キャストおよび基礎生産用キャストの計2キャスト実施した。

### 3-2-3. TurboMAP

北出裕二郎・平野大輔（東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科）

南極海の様々な海域における乱流強度および混合効率を調べるため、乱流微細構造プロファイラー（アレック電子製、TurboMAP-L）による観測を実施した。TurboMAP は毎秒約 0.65m で自由落下するように調整しており、水平流速の鉛直シアと水温・塩分の微細構造、クロロフィル、濁度など 10 項目のデータが 1 秒間に 256 個取得される。観測点はリュツォ・ホルム湾の 12 地点とマックロバートソン沖の 5 地点で、各観測点では約 600db までの観測を 2 キャスト実施した。

### 3-2-4. 多周波音響計測システムによる調査

甘糟和男，小川誠記（東京海洋大学）

#### 1. 調査概要

カイアシ類など小型動物プランクトンの鉛直構造と生物量を把握することを目的として、6 つの送受波器（265, 420, 700, 1100, 1850, 3000 kHz）を装備した多周波音響計測システム（TAPS, BAE systems 製）による調査を行った。本システムは CTD（FSI）のフレーム下部に送受波面が横向きになるように取り付け（Fig. 2）、観測は CTD 観測と同時に行い、送受波器から約 1.5 m 先の体積散乱強度（SV）を約 2 秒毎、深度 200 m まで行った（13 測点で計 24 回実施、日付・時刻・位置等は CTD 観測の報告を参照されたい）。SV データは内部メモリに蓄積され、CTD を回収した後通信ケーブルを使用してデータの吸い出しを行った。解析では、収録した 6 周波分の SV を多周波インバース法（Holliday, 1977）で解析することにより、深度毎に動物プランクトンのサイズ別の分布密度を推定する。1 回目の観測で得られた SV データを見たところ、265 kHz と 1850 kHz はパルスを送波していないことがわかった。これはシステムの不具合と考えられ、他の観測点においても同様なことが見られた。解析ではこの 2 周波の SV データは除外し、残りの 4 周波で密度推定を行うことにする。

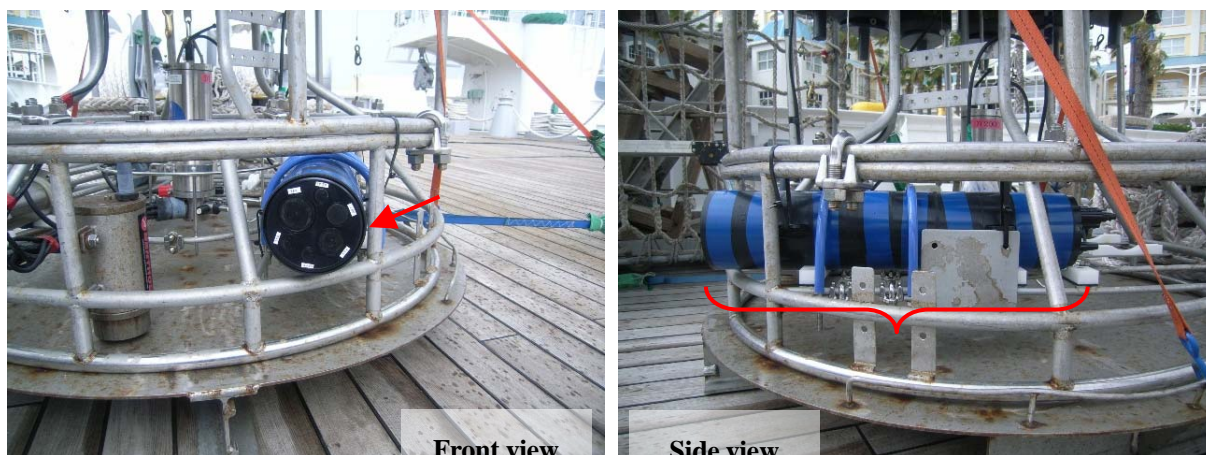


Fig. 2. TAPS mounted on CTD frame.

## 2. 調査機器および設定

本システムの仕様等を Table 5. に示す。動物プランクトンを測定対象とするため、一般的な船底装備の計量魚群探知機よりも高周波を使用している（計量魚群探知機は 38, 70, 120, 200 kHz など）。測定可能な動物プランクトンのサイズは各周波数の波長が目安となり、波長の半分程度のサイズまで測定可能である。計量魚群探知機と同様に較正が必須の実施項目であるが、時間的な都合により本航海では実施していない。そこで、筆者らがこれまでに水槽や海上で実施して得られた較正值とメーカーの提供した較正值とを考慮して、最善の値を決めて使用した。Table 5 に示した吸収係数の値は、南極海の水温・塩分を想定してあらかじめ設定した値であり、CTD 観測で同時に得られる水温・塩分から深度毎に吸収係数を求めることができるので、後処理で補正を行った。

**Table 5. Specifications of multi-frequency acoustic system (TAPS).**

Frequency (kHz)	265	420	700	1100	1850	3000
Wavelength (mm)	5.7	3.6	2.1	1.4	0.8	0.5
TR factor (dB)	97.4	94.7	94.0	84.2	75.3	67.7
Directivity index (dB)	30.3	30.0	29.6	32.2	32.0	32.8
Pulse duration (ms)	0.336					
R (m)	1.5					
Absorption coefficient (dB/m)	0.0546	0.1043	0.2502	0.5847	1.6124	4.2032
CAL constant (dB)	-65.0	-62.4	-61.7	-48.3	-36.5	-20.3

### 3. Stn. G13 における動物プランクトンの鉛直分布

速報として、Stn. G13 で得られた SV の鉛直プロファイル (Fig. 3 とそれらから推定した等価球半径 (Equivalent Spherical Radius) 毎の体積密度を示す (Fig. 4)。それぞれの図には CTD 観測で得られた水温、塩分、クロロフィルの鉛直プロファイルを示してある。30 m 付近にクロロフィルの極大があり、同じ深度で各周波数の SV の値にも変化が見られる。特徴的なのはクロロフィルが減少した 60 m 付近に各周波数の SV が大きくなっている点である。その他に、120, 160, 180, 200 m においても SV が大きくなる部分が見られ、いずれも動物プランクトンの密度が高かったと考えられる。次に、Fig. 3 について述べる。等価球半径 (ESR) とは、動物プランクトンの形状を体積の等しい球と仮定したときの半径である。体積密度 (Biovolume) とは、その球の体積から求めた値と推定された分布密度との積である。特に分布密度が高かったところは 60 m 付近であり、それらの等価球半径が約 0.45 mm であったことがわかる。各種ネットのサンプルとの比較が必要であるが、これらはカイアシ類のような小型の動物プランクトンと推測される。

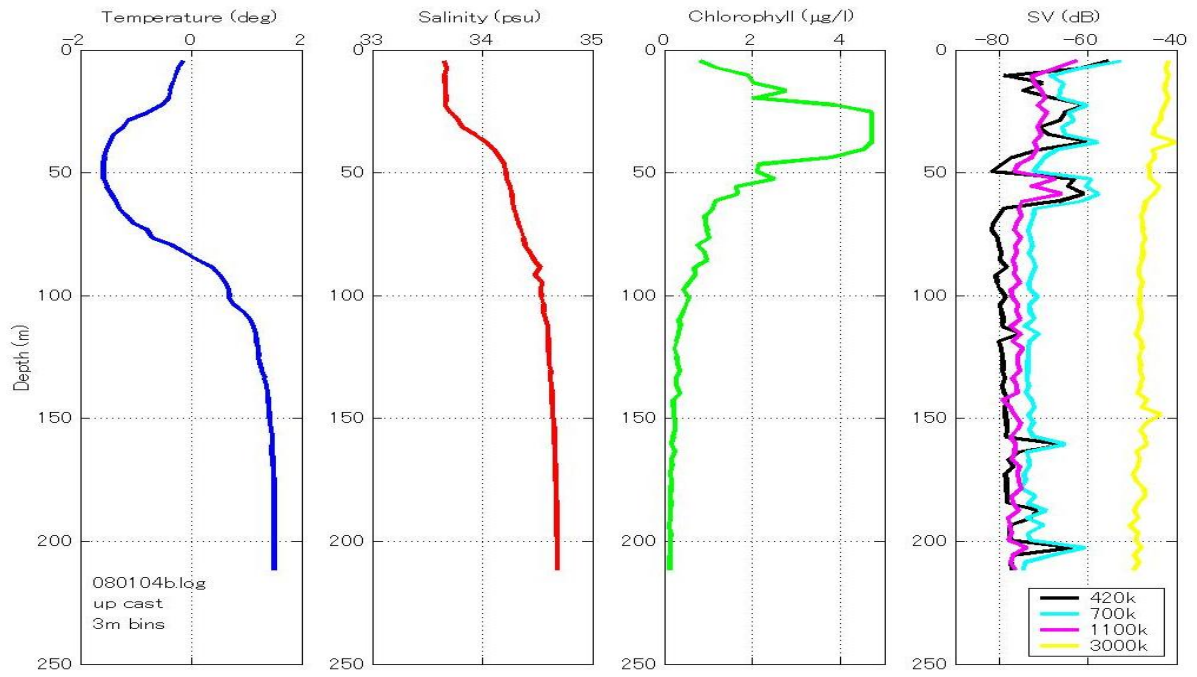


Fig. 3. Temperature, salinity, chlorophyll, and volume backscattering strengths profiles.

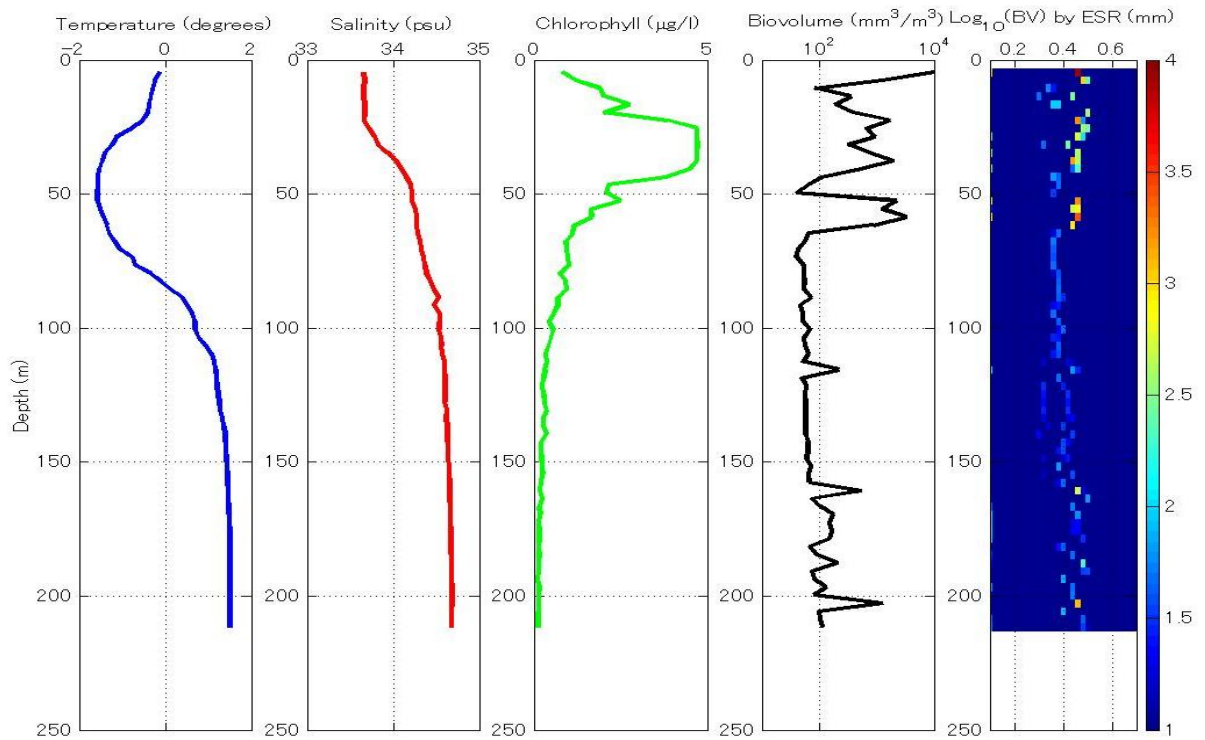


Fig. 4. Temperature, salinity, chlorophyll, total biovolume, and biovolume by size class profiles.

### 3-2-5. 南大洋における海水の光学的特性

水中光学観測（水中分光放射、光吸収－光束消散係数、体積散乱関数の測定）

平澤 享・近藤直樹・高尾信太郎

（北海道大学大学院水産科学研究院・大学院水産科学院・水産学部）

南大洋の光環境は海水や大型珪藻類の優占により他の海域とは異なると考えられる。その光学的特性の違いは海色リモートセンシングによる各種パラメータ推定精度に大きく影響する。南大洋の光学的特性と海氷や植物プランクトングループとの関係を明らかにすると同時に、海色衛星データを検証することを目的として水中光学観測を実施した。

水中分光放射（下方向放射照度および上方向放射輝度）は水中分光放射計 PRR-800/810（Biospherical Inc.）を用いて測定した。光吸収および光束消散係数スペクトルは光吸収－光束消散係数計 ac-s（WETLabs）を用いて測定した。ac-s は2 キャスト実施し、2 回目のキャストの際は 0.2 マイクロのカプセルフィルターを海水取り入れ口に取り付けることによって溶存物の光吸収を測定した。体積散乱関数は体積散乱関数計 VSF3P（WETLabs）を使用して測定した。

光学観測を実施した観測点、日時、位置を下表 6. に示す。S1 において PRR-800 の錘を巻き忘れたため、海面に降ろしたところで中止した。また、ac-s は通信ができなくなる場合があり数回キャストを中止した。水中光学観測の際は、採水も実施し植物色素濃度（HPLC）、クロロフィル a 濃度、光吸収係数の測定も行った。採水項目「南大洋における光学特性を利用した植物プランクトングループの特定」を参照のこと。

また、大気補正の改良のため、大気の光学的厚さを測定した。航海中に太陽が顔を出すことがほとんどなく、12 月 30 日、1 月 13 日、1 月 16 日にサンフォトメータ Microtops II（SOLAR Light Co.）を用いて測定を行った。

表 6. 光学観測実施日時 (PRR-800 の開始日時)

Stn.	Date (LT)	Time (LT)	Date (GMT)	Time (GMT)	ZT	Latitude (°, 'S)		Longitude (°, 'E)		PRR-800	VSF	ac-s	
												a	ay
S1	2007/12/27	09:45	2007/12/27	07:45	+2:00	49	11.86	24	9.65		○	○	○
S2	2007/12/28	09:41	2007/12/28	07:41	+2:00	54	28.33	27	17.21	○	○	○	
S3	2007/12/29	09:00	2007/12/29	07:00	+2:00	50	49.90	25	8.90	○	○	○	○
L4	2007/12/31	09:39	2007/12/31	06:39	+3:00	66	30.53	38	32.23	○	○	○	○
G5	2008/01/01	14:18	2008/01/01	11:18	+3:00	65	55.01	33	59.88	○	○	○	○
G11	2008/01/03	17:02	2008/01/03	14:02	+3:00	65	54.78	35	58.88	○	○	○	○
G13	2008/01/04	15:46	2008/01/04	12:46	+3:00	65	55.07	38	30.34	○	○	○	○
G14	2008/01/05	13:58	2008/01/05	10:58	+3:00	65	55.04	43	20.10	○	○	○	○
S4	2008/01/10	09:25	2008/01/10	04:55	+4:30	63	22.66	71	12.50	○	○	○	○
S5	2008/01/11	09:32	2008/01/11	04:32	+5:00	59	47.81	79	38.02	○	○		

### 3-2-6. FRRF

平澤 享 (北海道大学大学院水産科学研究院)

沖 俊輔 (東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科)

低温海域において蛍光光度計を利用した植物プランクトンの光系 II における量子収率と基礎生産力との関係を調べることを目的とし、KIMOTO 社製 Fast Repetition Rate Fluorometry (FRRF) による測定と炭素法による基礎生産力の測定を実施した。FRRF は L4、G5、G11、G13 および G14 において BT ウインチを使用して 150 m まで 0.2m/s の速さで降ろして測定を行った。同観測点において、<sup>13</sup>C 法による光合成活性の測定も実施した。詳細は基礎生産力の項目を参照のこと。



### 3-2-7. NORPAC ネット ルーチン

小野 敦史（東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科）

小・中型動物プランクトンの生物量および種組成を評価する目的で Stn. S1~5, L1, 4, 5, G5 ~14 および M0-5 の 計 24 測点 (Table 7) において NORPAC net (口径 0.45 m, 目合 100  $\mu$ m および 330  $\mu$ m) による観測を実施した. 採集は深度 150-0 m の鉛直曳きを行った. ネットには 濾水計 (離合社) を取り付け, 濾水量を推定した. 採集後, 試料は直ちに最終濃度が 5% になる ようにホルマリンを加え固定した.

Table 7. NORPAC-net (routine) sampling data conducted off Lutzow-Holm Bay, Southern Ocean in 2007/08

Station	Date (SMT)	UTC	SMT	Location	SST (°C)	Sal.	Chl. <i>a</i>	Transparency		Flow meter	
								(m)	Depth (m)	XX 3383	GG 3232
S1	27 Dec. 07	07:17	09:17	49°11.384'S 24°09.474'E	3.3	33.79	-	11	5008	1878	2244
S2	28 Dec. 07	07:13	09:13	54°28.344'S 27°17.216'E	2.5	33.95	-	16	5046	3500	3888
S3	29 Dec. 07	06:37	09:07	59°28.542'S 30°16.018'E	-0.3	33.70	-	16	5046	4541	5954
L1	30 Dec. 07	16:11	19:11	66°28.830'S 35°58.470'E	-0.5	33.81	1.532	14	4551	1263	1550
L4	31 Dec. 07	03:07	06:07	66°29.782'S 38°30.408'E	-0.5	33.53	3.960	8	4469	1117	1192
L5	31 Dec. 07	10:53	13:53	66°40.746'S 39°05.428'E	-0.6	33.40	1.727	13	4257	1076	1470
G5	02 Jan. 08	22:57	01:57	65°55.005'S 33°59.988'E	-0.7	33.87	1.872	16	1823	1209	1450
G6	02 Jan. 08	11:41	14:41	65°54.980'S 34°15.036'E	-0.3	33.91	1.438	16	3299	1171	1540
G7	02 Jan. 08	16:46	19:46	65°54.89'S 34°29.33'E	-0.1	33.89	2.323	16	3816	2009	2260
G8	03 Jan. 08	21:47	00:47	65°55.468'S 34°46.847'E	-0.3	33.91	2.859	-	4075	1725	1960
G9	03 Jan. 08	02:50	05:50	65°54.85'S 34°59.41'E	-0.3	33.83	2.326	15	3865	2052	2188
G10	03 Jan. 08	08:06	11:06	65°55.324'S 35°29.997'E	-0.2	33.73	-	12	4325	1484	1756
G11	04 Jan. 08	23:48	02:48	65°54.997'S 35°59.602'E	-0.1	33.91	-	-	4447	2279	2692
G12	04 Jan. 08	05:20	08:20	65°55.059'S 36°59.997'E	0.0	33.69	-	-	4754	1478	1580
G13	04 Jan. 08	22:58	01:58	65°55.136'S 38°30.702'E	0.4	33.61	7.584	10	5441	1042	1380
G14	05 Jan. 08	21:01	00:01	65°54.907'S 43°19.693'E	-0.2	33.38	3.431	15	3731	1368	1552
M0	07 Jan. 08	12:39	16:39	62°59.97'S 57°58.654'E	0.8	33.62	2.059	14	4682	2369	2707
M1	08 Jan. 08	20:30	00:30	62°59.919'S 59°59.216'E	0.8	33.67	8.516	-	4490	2132	2608
M2	08 Jan. 08	06:18	10:18	64°00.248'S 61°55.814'E	-0.6	33.1	2.172	18	3792	2429	2982
M3	08 Jan. 08	18:16	22:16	64°59.586'S 64°19.801'E	0.7	33.65	2.778	14	2993	1242	1635
M4	09 Jan. 08	01:41	05:41	64°59.816'S 66°14.934'E	0.2	33.11	3.504	13	3661	928	1338
M5	09 Jan. 08	09:24	13:24	65°00.071'S 67°59.849'E	0.5	33.37	2.230	10	2903	1030	1508
S4	10 Jan. 08	04:35	09:05	63°22.657'S 71°12.543'E	1.2	33.60	2.455	16	3887	1522	1829
S5	11 Jan. 08	04:13	09:13	59°47.828'S 79°38.032'E	1.4	33.67	2.837	12	2229	2078	2510

Sampling depth was 150 m to the surface (0 m) in all the stations.

### 3-2-8. ORI ネット, 稚魚ネット (添付 16 ネットログ Tables 1, 2)

茂木正人 (東京海洋大学)

表層域における動物プランクトンおよび仔稚魚の分布, 生物量, 種組成を把握する目的で Stn. G4~G14, M3~5, S4, および S5 において, ORI ネットと稚魚ネットの曳網を行った。ORI ネットは口径 1.6 m, 目合が 1.0 mm, 稚魚ネットは口径 1.3 m, 目合が 0.5 mm のものを用いた。曳網はほぼ同時に行い, 船速は対水で 2 ノットに設定した。ORI ネットは, ワイヤーを 0.5 m/s で 100 m まで繰り出し, 同じ速度で水面まで巻き上げることを 2~3 回繰り返した。稚魚ネットは右舷で, 0~1.5 m の深度をリングの上部が水面に出ないように水平曳きした。どちらのネットにも濾水計を取り付けた。ORI ネットには深度計 (ALEC, Compact-TD; データは添付 14) を取り付けた。

ORI ネットの平均到達深度は 31.3~56.8 m とばらついたが, おおむね 50 m 前後であった。Tow # 1 ではオキアミが, Tow # 10 では珪藻が大量に採集されたため, それぞれ全量の 1/24 と 1/2 をサンプリングした。Tow # 6 では, 投入時にスリップウェイでコッドエンドが破損したため定量サンプルが得られなかった。稚魚ネットの Tow # 1 でもオキアミが大量に採集され, 1/4 のみサンプリングした。

### 3-2-9. RMT 1+8 (添付 16 ネットログ Table 3, データは添付 15)

茂木正人 (東京海洋大学)

表層 (0 m) から中深層 (2000 m) までの動物プランクトンおよび仔稚魚の鉛直分布, 生物量, 種組成を把握する目的で Stn. G5, G11, G13 および G14 において, RMT 1+8 の曳網を行った。各定点で Shallow cast と Deep cast を行い, それぞれの設定深度は 0-50-100-200 m, 200-500-1000-2000 m とした。なお, Stn. G5 では水深が 1690~1761 m であったため, Deep cast の最大到達深度を 1600 m とした。曳網時の船速は深度 50 m までを対水で 2 ノット, 50 m 以深は対地で 2 ノットを目安として設定した。RMT の 1 m<sup>3</sup> のネットは目合が 0.33 mm, 8 m<sup>3</sup> のネッ

トは 4.5 mm である。

Tow # 1 と Tow # 2 は、ネットの下降中に上の層から採集する方法を採ったが、単位時間あたりの濾水量が小さかったため、Tow # 3 以降は下層から採集する通常の曳網方法に変更した。

Tow # 2 では、Net 2 (500-1000 m) と Net 3 (1000-2000 m) の開閉に失敗した。Net 2 は開いたのでサンプルは得られているが、閉じなかったため 1000 m から表層までの傾斜曳きとなっている。

Tow # 6 では、ネットを下降中に、データは得られていたもののコンピューター画面上で深度表示ができなくなったため、コンピューターを再起動した。そのためファイルが 040108G13D と 040108G13D-2 のふたつに分かれている。

#### 3-2-10. LC ネット (添付 16 ネットログ Table 4)

茂木正人 (東京海洋大学)

LC ネットの目合は 6 mm, 内張りは 2 mm になっている。開口時の網口は 10 m×10 m である。採集は RMT と同じ Stn. G5, G11, G13 および G14 で行った。曳網は 2 ノットで行った。ワープは 0.5 m/s で 1000 m まで繰り出し、すぐに同じ速度で巻き上げた。Tow # 2 と Tow # 3 では深度計を取り付けた。

### 3-2-11. 動物プランクトン現存量、分布および摂餌生態

谷村 篤（三重大学）

真壁竜介（国立極地研究所）

#### 1. 目的

これまで南極海生態系における大型の植食性カイアシ類の重要性について多くの知見が集積されてきているものの、たびたび数的に卓越する小型カイアシ類についての知見は依然として十分でない。本研究は目合 60, 110, 330  $\mu\text{m}$  のネットを使用して小型動物プランクトン群集を定量し、調査海域における動物プランクトン構造のより正確な知見を得る。さらに、採集した試料の一部を用いて炭素、窒素の安定同位体比および消化管内色素を分析し、これを粒状有機物中の比と比較することで、観測海域の低次生産構造を解明する。

#### 2. 観測実施概要

Norpac net (110, 330  $\mu\text{m}$ ) およびガマロネット (60  $\mu\text{m}$ ) による採集は、リュツォ・ホルム湾沖において表 8. に示す 7 観測点において実施し、全部で 35 標本を得た。なお、Norpac net 採集は、200 m 深から表層までの鉛直採集、ガマロネットは、0-100 m, 100-200 m, 200-500 m の 3 層の鉛直区分採集を行った。得られた標本を分割し、1/4 または 1/2 を 5%中性ホルマリンで固定保存した。残りの試料は液体窒素で凍結し、ディープフリーザーに保存した（安定同位体比、消化管内色素分析用試料）。

表 8. Norpac net およびガマロネットによるプランクトン採集記録とサンプル番号

Date	Station	Norpac net		Gamaguchi net		
		330μm	110μm	0-100 m	100-200 m	200-500 m
2007 Dec.30	L1	L1N3	L1N1	L1C1	L1C2	L1C3
Dec.31	L4	L4N3	L4N1	L4C1	L4C2	L4C3
Dec.31	L5	L5N3	L5N1	L5C1	L5C2	L5C3
2008 Jan.02	G5	G5N3	G5N1	G5C1	G5C2	G5C3
Jan.04	G11	G11N3	G11N1	G11C1	G11C2	G11C3
Jan.05	G13	G13N3	G13N1	G13C1	G13C2	G13C3
Jan.05	G14	G14N3	G14N1	G14C1	G14C2	G14C3
Jan.10	S4	-	-	S4C1	-	-
Jan.11	S5	-	-	S5C1	-	-

### 3. 帰国後の予定

- ・ 標本の種の同定、計数を行い、各分類群の現存量および空間分布を解析する。
- ・ 凍結試料を用いて、炭素、窒素含量およびそれらの安定同位体比を分析する。
- ・ 優占種に関しては HPLC により消化管内色素組成を分析し、観測時の摂餌特性を調べる。

#### 3-2-12. サルパネット

小野 敦史（東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科）

大型動物プランクトンの酸素消費速度、アンモニア排泄速度およびリン排泄速度測定の実験個体を得るために Stn. S3～5, L1, 4, 5, G5-8, 10, 11, 13, 14, および M0～5 の 20 測点で採集を行った（詳細は Table 1 NORPAC Routine 観測点参照）。採集はコッドエンド部にトスロンバ

ケツを取り付けたネット（口径 1.0 m, 目合 100  $\mu$ m）を用いて深度 150-0 m の鉛直曳きを行った。ワイヤー繰り出しは 1.0 m s<sup>-1</sup>, 巻き上げは 0.5 m s<sup>-1</sup> で行った。得られた試料から状態の良い大型動物プランクトンを選別し、実験に用いた。実験は Stn. L1, 4, 5, G5, 8, 11, 13, M0, 2, 5 および S4 の 11 測点で実施した。実験にはオキアミ類 8 個体, 多毛類 5 個体, 翼足類 3 個体, 端脚類 1 個体を用い, 暗条件で 16-35 時間行った。同時に対照瓶を用意し, 飼育瓶との溶存酸素量の差を求めた。実験は水温 1.0-3.7 °C で行った。実験に用いた個体は, 終了後冷凍保存 (-20 °C) した。代謝活性度から種ごとの特徴や代謝基質を評価する。

### 3-2-13. アルゴスブイ漂流点での CTD 観測・採水およびアルゴスブイ投入

笠松伸江・小達恒夫（情報・システム研究機構国立極地研究所）

リュツォ・ホルム湾沖合の, 海水の流れ場を知ると同時に, 同じ水塊中での物質・生物相の時間変化を調査するため, アルゴスブイ漂流点での CTD 観測およびアルゴスブイ投入を行った。

JARE49 しらせ往路において投入したアルゴスブイ 3 個の内, ID No. 78258 のブイの漂流点にて CTD 観測・採水を行った。投入時にも同じ観測を行っているので, 今後, 海洋表層の流れとともに, 物質・生物相の時間変化について解析する予定である。

MetOcean 社製アルゴスブイ ID No. 78256 を, リュツォ・ホルム湾沖のうち, 衛星画像から一番海氷が引いていると思われる位置 (66° 39.448S, 39° 08.167E : St. L5) に 2007 年 12 月 31 日 14:18 (UTC) 投入した。アルゴスブイの位置データおよび水温データは日本で受信している。

約一ヶ月後にリュツォ・ホルム湾沖を観測することになっている白鳳丸により, 前述のしらせで投入したアルゴスブイ 3 個も含み, 航海日程のゆるす範囲でアルゴスブイの漂流点での CTD 観測・採水を行う予定である。

### 3-3. 採水

#### 3-3-1. 塩検

平野 大輔・北出 裕二郎（東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科）

CTD（FSI および Sea-Bird）の塩分センサーの校正を目的として、CTD 上昇時にニスキンボトルで採水した海水を塩検ビンに取り分けた。1 月 12, 13 日にセミドライラボに設置された Autosal (Guild line 社製) により電気伝導度を求めた。室内の温度をおよそ 25℃とし、Autosal のバス内の温度を 27℃に設定した。試水を数回検定すると電極に非常に細かい気泡がついてしまったため、ミリ Q 200ml に中性洗剤を 1 滴の割合で混ぜた洗浄液で洗浄して気泡を取り除き、ミリ Q で数回洗いなおすという操作を行った。この操作に伴う電気伝導度への影響（再度 standardize が必要になるか）について標準海水を用いて調べたが、まったく影響ないことが確認されたため、試水 10 回の測定に 1 回程度の割合で洗浄した。

#### 3-3-2. 溶存酸素

小野 敦史（東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科）

平野 大輔（東京海洋大学大学院）

CTD 付属の DO センサーの校正および海水中の DO を測定するために採水を行った。採水は CTD に取り付けたニスキン採水器から採水した。採水器の取り出し口に採水用ゴム管をはめ、コックを開いた後ゴム管を指で挟み水を出した。気泡が混入していないことを確認し、酸素瓶に丁寧に注入し、とも洗いを 2 回行った。とも洗い後、管の先端を瓶の底近くまで入れ、ゆっくりと試水を満たし、瓶の容量の 1/3 程度オーバーフローさせながら管を抜いた。栓も試水で洗浄した。その後、塩化マンガン溶液とアルカリ・ヨード液を順に各 0.5 mL 加えて栓をした。約 30 回瓶を上下に転倒させながら試水と試薬をよく混ぜ、暗所に静置した。6 N 塩酸 2 mL を加え、沈殿を完全に溶かした後、溶存酸素滴定装置タイランド MET-808 DO 型（メトローム・シバタ株式会社）を用いて DO を測定した。

### 3-3-3. ルーチン栄養塩

橋濱史典、南波達志、鮎川航太（東京海洋大学）

試水は、観測点における CTD-RMS キャスト（表. 9 参照）および研究用海水から採取した。栄養塩分析は、硝酸塩、亜硝酸塩、アンモニウム塩、珪酸塩およびリン酸塩の項目について船上に行った。硝酸塩、亜硝酸塩、アンモニウム塩および珪酸塩濃度の測定にはオートアナライザー（AACS-III, Bran+Luebbe）を用いた。リン酸塩濃度については分光光度計（UV mini 1240, Shimadzu）を用いた手分析により行った。

硝酸塩および亜硝酸塩の測定は、銅-カドミウム還元・ナフチルエチレンジアミン法（Strickland and Parsons, 1968）を一部改変して行った。原法では、銅-カドミウムカラムの緩衝液として塩化アンモニウム溶液を用いるが、Bran+Luebbe のマニュアルに従いイミダゾールを用いた。アンモニウム塩の測定は、オルトフェニルフェノール法（Kanda, 1995）に準じた。珪酸塩の測定は、モリブデンブルー法（Hansen and Koroleff, 1999）に従った。リン酸塩の測定は、モリブデンブルー法（Murphy and Riley, 1962）を改変した Hansen and Koroleff (1999) の方法を用いた。測定値はベースラインドリフトや感度を補正した後に発表する予定である。

### 3-3-4. 栄養塩ストイキオメトリと植物プランクトン群集組成

橋濱史典・南波達志・鮎川航太・沖 俊輔（東京海洋大学）

平譚 享・近藤直樹・高尾信太郎（北海道大学）

笠松伸江・中岡慎一郎（国立極地研究所）

はじめに：

高栄養塩低クロロフィル状態が卓越する南大洋では、植物プランクトンの光合成は栄養塩によって律速されないという見方が一般的である。しかしながら、栄養塩類のストイキオメトリ（例えば、硝酸塩とリン酸塩の濃度比）の変動に伴い植物プランクトン群集組成が劇的に変わることがロス海で報告されており、その組成変化は二酸化炭素の海洋へのシンクを制御すると考えられ



ている (Arrigo et al., 1999)。本研究では、インド洋・オーストラリアセクターの領域における栄養塩ストイキオメトリと植物プランクトン群集組成の関係を明らかにすることを目的とする。

方法:

ルーチン栄養塩分析によって得られる濃度比の分布と、HPLC による植物色素分析 (3-3-12 参照) および検鏡 (3-3-11 および 3-3-13 参照) から得られる植物プランクトン群集組成の分布との比較を行う。また、それらと DIC 濃度分布 (3-3-6 参照) との関係もみる。

さらに、本航海では植物プランクトンブルームをシミュレートした培養実験を行った。Sta. G11 において表面海水を酸洗浄したバケツで採取し、9 l のポリカーボネートタンクに移した後、50  $\mu$ M 硫酸鉄溶液を 1 ml 添加し、表面海水を流した甲板水槽内にて 6 日間培養した。培養開始時と終了時に栄養塩、DIC、HPLC 色素および検鏡の項目についてサンプリングを行った。培養終了時には目視でわかるほどタンク内の海水が緑色になっており、その海水を顕微鏡で観察したところ *Chaetoceros* 属主体の群集が認められた。このブルームに伴う栄養塩の消費とストイキオメトリの変動、さらには DIC 濃度の変動が期待される。

### 3-3-5. クロロフィル *a* 濃度 ルーチン

平澤 享・近藤直樹・高尾信太郎 (北海道大学大学院水産科学研究院)

山口征矢・沖 俊輔 (東京海洋大学)

試水 200 ml を Whatman GF/F グラスファイバーフィルター ( $\phi$  25mm) で濾過した後、DMF (N, N-Dimethylformamide) により光合成色素を冷暗所において抽出した (Suzuki and Ishimaru, 1990)。その後に、蛍光光度計 10AU (Turner Designs) を用いて抽出した色素の蛍光光度を測定し、非酸添加蛍光法 (Welschmeyer) によりクロロフィル *a* およびフェオ色素濃度を求めた。なお、蛍光光度計はクロロフィル *a* 標準試料 (SIGMA) を DMF に溶解した標準溶液によりキャリブレーションを行った。標準溶液のクロロフィル *a* 濃度はその吸光度と DMF 中におけるクロロフィル *a*

の比吸光係数 (Porra et al., 1989) から算出した。

### 3-3-6. 溶存無機炭素濃度と炭素の安定同位体比測定

中岡 慎一郎 (国立極地研究所 生物圏研究グループ)

海洋生物の光合成・呼吸活動や、有機物の分解過程および大気海洋間の二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) 交換過程による海水中溶存無機炭素 (DIC) 濃度とその炭素の安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) の変動を把握する目的で、試料海水を採取した (採水測点、採水層の情報は表. 9 の採水項目リストを参照の事)。CTD に取り付けたニスキン採水器によって各深度の試料海水を 100ml バイアル瓶に採水後、直ちに塩化第二水銀 (II) 飽和溶液を 40  $\mu\text{l}$  添加し、密封・保管した。帰国後、クーロメーターを用いて DIC 濃度分析を行い、抽出装置で  $\text{CO}_2$  の抽出を行なった後、質量分析計にて  $\delta^{13}\text{C}$  分析を行なう。

### 3-3-7. $\delta^{18}\text{O}$

青木 茂 (北海道大学低温科学研究所)

酸素の安定同位体比  $\delta^{18}\text{O}$  は、水塊、特にその淡水分の履歴を理解するうえで有用なトレーサーである。海水の塩分変化の要因には主として海氷融解、降雪、氷河の融解が挙げられるが、塩分の変化のみではこの要因の推定は不可能である。ここでそれぞれの淡水分の持つ酸素安定同位体比をみると、積雪では同位体比が $-17\text{‰}$ 前後となり、氷床起源では $-35\sim 50\text{‰}$ となり、また海氷の融解では同位体比はほとんど変わらない。この大幅な違いを使えば、塩分の差が生じた原因についての推定が可能となる。現在いわれているような陸棚水の低塩化が降雪の増加によるものなのか、氷床の融解によるものなのかといった気候変動に関する問題から、夏場の海氷融解量についての推定など、 $\delta^{18}\text{O}$  は様々な用途に利用できる。

本研究では L、G、M 測線、Argos#78158 の deep・shallow キャスト計 22 点で採水を実施した。また、航路上で取得された積雪 2 点 (12/29、1/1)、氷山水 2 点 (1/3、1/10) を融解させたうえ、タイポイント用の資料として保存した。資料は北海道大学低温科学研究所に持ち帰りの上、分析される予定である。

### 3-3-8. 全菌数、細菌群集構造 (FISH 法、PCR-DGGE 法)

細菌生産 (Bulk-BrdU 法、BIC-FISH 法、BUMP-DGGE 法)

懸濁態有機物 (POM) / 溶存態有機物 (DOM)

多田雄哉 (東京大学大学院農学生命科学研究科)

南極海及び南大洋における物質循環過程を理解する上で、微生物ループを含めた食物連鎖を理解することは重要であると考えられる。しかしながら、海洋細菌の 99%以上は寒天培地を用いた分離・培養が困難であることから、寒天培養法に依存しない方法を用いて解析する必要がある。本研究では、微生物ループを駆動する中心者であると考えられる海洋細菌の群集構造を最新の分子生物学的な手法を用いて解析することを目的とした。

微生物ループを駆動していると考えられる“活発に増殖している”細菌群の検出・特定及び生産量を測定するため、本研究ではブロモデオキシウリジン (BrdU) を用いたヌクレオシドトレーサー法 (Bulk-BrdU 法、BIC-FISH 法、BUMP-DGGE 法) を用いた解析を行う。BrdU は DNA 合成前駆物質であるチミジンのアナログであり、DNA を合成している (活発に増殖している) 細菌群に取り込まれる。細菌細胞内に取り込まれた BrdU は anti-BrdU 抗体を用いて免疫化学的に検出することができる。船上では主にサンプル取得を行い、解析は研究室で行う予定である。

下記表における観測点、採水深度において海水 2 L を採取した。細菌生産量 (Bulk-BrdU 法) を測るため、250 mL をアイボーイに移し、終濃度 20 nM の BrdU を添加し 12 時間、現場海水温度  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  で培養した。培養終了後、試料海水 10 mL をコーニングチューブに移し、終濃度 1  $\mu\text{M}$  のチミジンを加え、冷凍した。細菌の群集構造解析 (FISH 法) を行うため、試料海水 200 mL を終濃

度 2%の parahormulaldehyde で固定し、孔径 0.2  $\mu\text{m}$  のポリカーボネートメンブレンフィルター上に吸引濾過し、フィルターを $-80^{\circ}\text{C}$ で冷凍保存した。また、残りの海水約 1.5 L を群集構造解析 (PCR-DGGE 法) 用に孔径 0.22  $\mu\text{m}$  のステリベクスフィルターに濾過し、 $-80^{\circ}\text{C}$ で冷凍保存した。

また、表層モニタリングでは、海水 20L を採取し、そのうち 10 L を遮光ボトルに移し取り、終濃度 20 nM の BrdU を添加し 12 時間、現場海水温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ で培養した。残りの海水 10 L から BrdU 添加実験のコントロール (T=0) として全菌数、BUMP-DGGE 法、BIC-FISH 法、Bulk-BrdU 法のサンプルを採取した。培養後、細菌生産量用に 10 mL をコーニングチューブに移し、終濃度 1  $\mu\text{M}$  のチミジンを加え、冷凍した。また、全菌数、細菌群集構造解析 (BIC-FISH 法) 用に、試料海水 200 mL を終濃度 2%の parahormulaldehyde で固定し、約 24 時間固定後、孔径 0.2  $\mu\text{m}$  のポリカーボネートメンブレンフィルターに海水を濾過し、フィルターを $-80^{\circ}\text{C}$ で冷凍保存した。また、残りの海水約 9.8 L を群集構造解析 (BUMP-DGGE 法) 孔径 0.22  $\mu\text{m}$  のステリベクスフィルターで濾過し、フィルターを $-80^{\circ}\text{C}$ で冷凍保存した。

#### 懸濁態有機物 (POM) / 溶存態有機物 (DOM)

POM : 表層モニタリング (表 9.) で、海水 1.5 L をアイボリーに移し取り、500 mL を有機物フリーの GF/F フィルター ( $450^{\circ}\text{C}$ 、5 時間) に濾過し、フィルターを有機物フリーのアルミホイル ( $450^{\circ}\text{C}$ 、5 時間) に包み、 $-80^{\circ}\text{C}$ で冷凍保存した (Duplicate)。

DOM : 残りの海水 200mL を、ベルジャーを用いて有機物フリーの GF/F フィルター ( $450^{\circ}\text{C}$ 、5 時間) で濾過し、濾液 20mL を有機物フリー ( $450^{\circ}\text{C}$ 、5 時間) のアンプル管に入れ、 $-20^{\circ}\text{C}$ で冷凍保存した (Single)。

表 9. 観測点での採水深度及び測定項目

観測点	採水深度	測定項目
S1	0, 10, 20, 50, 100, 200 m	全菌数, FISH法, PCR-DGGE 法, Bulk- BrdU法
S2	0, 10, 20, 50, 100, 200 m	
S3	0, 20, 50, 100, 200 m	
L1	0, 20, 50, 100, 200, 50, 1000, 1500, 2000, 3000m, Bottom	
L2	0, 20, 50, 100, 200 m	
L3	0, 20, 50, 100, 200 m	
L4	0, 20, 50, 100, 200 m	
L5	0, 20, 50, 100, 200 m	
G5	0, 20, 50, 100, 200 m	
G11	0, 20, 50, 100, 200 m	
G13	0, 20, 50, 100, 200 m	
G14	0, 20, 50, 100, 200 m	
Argos78258	0, 20, 50, 100, 200 m	
S4	0, 10, 20, 50, 100, 200 m	
S5	10, 20, 50, 100, 200 m	

表層モニタリング	測定項目
1	全菌数, BIC-FISH法, BUMP- DGGE法, Bulk-BrdU 法, POC, DOC
3	
4	
6	
7	
9	
12	
13	
14	
M2	
M5	
17	
19	
22	
24	
26	
28	
30	
32	
34	
36	
38	

### 3-3-9. 基礎生産力の測定

平澤 享・高尾信太郎（北海道大学大学院水産科学研究院）

山口征矢・沖 俊輔（東京海洋大学）

南大洋における基礎生産力の分布の解明および光吸収係数を利用した衛星基礎生産推定モデル作成のため、疑似現場法による植物プランクトンの基礎生産力測定を行った（Table 10.）。光合成活性は  $^{13}\text{C}$  法（Hama et al., 1983）に従って測定された。

試水は海面および PAR が海面の 25、12.5、6、3、1%となる深度からニスキン採水器によって採取した。それぞれの試水 500 ml を各層 2 本のポリカーボネイトボトルに入れ、 $\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$  水溶液（ISOTECH, Inc.）を全炭酸量の約 10%となるように加えた。黒色ネットによりボトル内の光量を各層の光量（%）に合わせ、海面水温に調整した水槽内で太陽光により試水のインキュベーションを行った。インキュベーションは 24 時間行った。インキュベーション終了後、あらかじめ  $450^\circ\text{C}$  で 4 時間燃焼しておいた Whatman GF/F グラスファイバーフィルター（ $\phi 25\text{ mm}$ ）に試水を濾過し、濾過海水で洗浄した。フィルターサンプルは液体窒素中に冷凍保存した。採水直後に  $\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$  水溶液を添加しない試水 500ml を同様にろ過、冷凍保存し、natural abundance サンプルとした。また、海面、光学深度 12.5%層および 1%層の試水をガラスボトルに採取後、塩化第 2 水銀水溶液

を添加して生物活動を停止させ、全炭酸測定用サンプルとした。

帰国後、 $^{12}\text{C}$  と  $^{13}\text{C}$  の同位体比および全炭酸濃度を測定し、炭素固定量を Hama et al. (1983)

の式により計算する。

Table 10. Stations for measurement of primary production

Station No.	Date		Latitude		Longitude		Optical Depth						Incubation			
	GMT	LT	deg	min	deg	min	100%	25%	12.5%	6%	3%	1%	Start Time (GMT)	Stop Time (GMT)		
S1	2007/12/27 07:20	2007/12/27 09:20	49	11.86	S	24	9.65	E	0	21	33	42	50	61	2007/12/27 08:30	2007/07/28 08:35
S2	2007/12/28 07:11	2007/12/28 09:11	54	28.33	S	27	17.21	E	0	25	38	50	61	83	2007/12/28 08:15	2007/12/29 08:15
S3	2007/12/29 06:32	2007/12/29 09:02	59	28.52	S	30	16.31	E	0	25	48	67	85	110	2007/12/29 07:35	2007/12/30 07:40
L4	2007/12/31 05:36	2007/12/31 08:36	66	30.53	S	38	32.23	E	0	14	21	28	35	48	2007/12/31 06:20	2008/01/01 06:25
G5	2008/01/01 10:52	2008/01/01 13:52	65	55.01	S	33	59.88	E	0	12	27	43	58	85	2008/01/01 12:10	2008/01/02 12:10
G11	2008/01/03 13:31	2008/01/03 16:31	65	54.80	S	35	58.88	E	0	22	36	48	61	79	2008/01/03 16:20	2008/01/04 16:20
G13	2008/01/04 12:25	2008/01/04 15:25	65	55.07	S	38	30.34	E	0	18	25	28	33	42	2008/01/04 15:20	2008/01/05 15:20
G14	2008/01/05 10:34	2008/01/05 13:34	65	55.04	S	43	20.10	E	0	23	40	59	72	118	2008/01/05 12:40	2008/01/06 12:40
Argos	2008/01/06 12:57	2008/01/06 16:27	63	17.34	S	45	59.40	E	0	8	17	25	32	42	2008/01/06 15:00	2008/01/07 15:05
S4	2008/01/10 04:35	2008/01/10 09:05	63	22.66	S	71	12.50	E	0	17	29	36	44	59	2008/01/10 05:25	2008/01/11 05:30
S5	2008/01/11 04:13	2008/01/11 09:13	59	47.81	S	79	38.02	E	0	15	29	37	45	60	2008/01/11 06:50	2008/01/12 06:50

### 3-3-10. 希釈法による植物プランクトンの増殖速度と動物プランクトンによる捕食圧の測定

山口征矢（東京海洋大学）

過去 2 回のリュツォ・ホルム湾域の調査によって、海域によって基礎生産速度に大きな変動があることが示された。この変動にはさまざまな要因が関与しているが、動物プランクトンによる捕食は重要な要因のひとつであると考えられる。そこで今回は、希釈法を用いて動物プランクの捕食速度を見積もるとともに、植物プランクトンの潜在的成長速度を測定することを試みた。CTD-PP キャストにより採水された、光学深度 25%および 3%深の試水を用い、同深度の GF/F ろ過海水を用いてそれぞれ原海水の 100、75、50、25 および 10%の希釈系列を作り、上部甲板に設置した水槽中で天空光を利用して 24 時間の培養後、ろ過捕集された試料のクロロフィル *a* 濃度を測定した。水槽の水温は表層海水を流すことにより調節したが、現場表層海水温より常に 3°C ほど高い温度条件であった。測定試料および測定条件を表 11. に示す。

表 11. 測定試料および測定条件

	Date	Station	Longitude(S)	Latitude(E)	Sample (m)		Start time	SST	Incubation temp. °C	
					25% RLI	3% RLI		°C	Start	End
1	Dec.17.07	S1	49-11.741	24-09.563	21	50	11:30～	3.3	5	6
2	Dec.28.07	S2	54-28.343	27-17.193	25	61	14:30～	1	3	4
3	Dec.29.07	S3	59-28.489	30-16.142	25	85	15:30～	0	2	3
4	Dec.31.07	L4	66-30.530	38-32.215	14	35	10:00～	-0.4	2	3
5	Jan. 1.08	G5	65-55.000	35-59.930	12	58	15:30～	-0.7	2.5	3
6	Jan. 3.08	G11	65-54.796	35-58.880	22	61	18:30～	-0.2	3	3.5
7	Jan. 4.08	G13	65-55.073	38-30.332	18	33	19:00～	0.5	3	3.5
8	Jan. 5.08	G14	65-55.042	43-20.094	23	72	15:00～	-0.5	2.5	2.5
9	Jan. 6.08	Argos	63-17.341	45-59.395	8	32	19:30～	0.1	3	3.5
10	Jan. 10.08	S4	63-22.654	71-12.457	17	44	10:30～	1.3	4	4.5
11	Jan. 11.08	S5	59-47.801	79-38.010	15	45	12:30～	1.2	4.5	5.5

Samples were incubated during 24 hours

### 3-3-11. 植物プランクトン群集の種組成

沖 俊輔（東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科）

植物プランクトン群集の現存量及び種組成を評価することを目的とし、採水を行った。試料は、テフロンコーティングを施したニスキン採水器を用い、CTDに取り付けたロゼットマルチサンプラー（RMS）により採水した。採水深度は、海表面（0m）を100%とした相対照度が100, 25, 12.5, 3, 1%となる深度とした。相対照度深度は、CTDに取り付けた光量子センサー（LI-COR社製）の測定値から決定した。採水後直ちに中性ホルマリンを最終濃度1%になるように加えて固定した。その後研究室に持ち帰り、光学顕微鏡を用いて同定及び計数し、細胞サイズを測定し、炭素量の推定を行う予定である。

また、不定期にバケツ採水により得たホルマリン固定をしない試料の顕微鏡観察も行った。船上での詳細な同定及び計数は困難であった為、写真撮影を行った。

### 3-3-12. 光吸収係数による植物プランクトングループの識別 (HPLC、吸収係数)

平澤 享・近藤直樹・高尾信太郎 (北海道大学大学院水産科学研究院)

橋濱史典・沖 俊輔 (東京海洋大学)

植物プランクトンはそのグループによって色素組成と光学特性が異なる。植物プランクトンの吸収係数などの光学特性の違いを利用することにより、植物プランクトングループを海色衛星データから光学的に見分けることを目的とし、植物プランクトン色素濃度サンプルの作成と、光吸収係数 ( $a_{\text{ph}}$ 、CDOM) の測定を行った (表 12.)。採水層は表 9 を参照。

#### (1) 植物色素濃度サンプル

試水 1~6ℓ を 20  $\mu\text{m}$  ナイロンメッシュ、5  $\mu\text{m}$  ナイロンメッシュおよび Whatman GF/F グラスファイバーフィルター ( $\phi$  47mm) で順に分画濾過した。濾過後、フィルターの水分を十分に切り、液体窒素中に凍結保存した。サンプルを実験室に持ち帰った後、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) によって各植物色素濃度を測定する。

#### (2) 海中懸濁粒子による吸収係数

グラスファイバーフィルター法 (Mitchell and Kiefer, 1984, 1988) により測定した。試水 1~5ℓ を Whatman GF/F グラスファイバーフィルター ( $\phi$  25mm) で濾過した。フィルターサンプルの吸光度を分光光度計 MPS-2400 (Shimadzu) によって測定した。スリット幅 2 nm、測定波長 350 ~ 750 nm、ピッチ 0.5 nm で走査した。その際、750nm の値を 0 とした。ろ過直径を計測した後、色素を除去するためフィルターを 1 昼夜メタノールに浸した (Kishino et al., 1985)。再度メタノールで洗い、さらに濾過海水で洗浄した (Bricaud and Stramski, 1990)。脱色後のフィルターを再度分光光度計にセットし吸光度を測定した。これらの吸光度から全懸濁粒子の吸収係数、植物プランクトンの吸収係数、植物プランクトン以外の粒子の吸収係数を算出する。

#### (3) 溶存有色物質 (CDOM) の吸収係数

試水 500 ml をポアサイズ 0.2  $\mu\text{m}$  スクレポアフィルターでろ過した。ろ過後の海水を 10cm 円筒セルに入れ、分光光度計 MPS-2400 (Shimadzu) によって吸光度を測定した。対照はミリ Q 水とした。分光光度計の設定は上記の通り。



表 12. 植物色素濃度、吸収係数の測定点および深度

Stn.	Depth (m)	HPLC (size)	a*	CDOM	Stn.	Depth (m)	HPLC (size)	a*	CDOM
S1	0	○	○	○	G12	0	○	○	
S1	20	○	○		G12	20			
S1	50	○	○	○	G12	50			
S1	chl-max	○	○		G12	chl-max			
S1	150	○	○	○	G12	150			
S2	0	○	○	○	G13	0	○	○	○
S2	20	○	○		G13	20	○	○	
S2	50	○	○	○	G13	50	○	○	○
S2	chl-max	○	○		G13	chl-max	○	○	
S2	150	○	○	○	G13	150	○	○	○
S3	0	○	○	○	G14	0	○	○	○
S3	20	○	○		G14	20	○	○	
S3	50	○	○	○	G14	50	○	○	○
S3	chl-max	○	○		G14	chl-max	○	○	
S3	150	○	○	○	G14	150	○	○	○
L1	0	Bulk	○		Argos	0	○	○	○
L1	20	Bulk	○		Argos	20	○	○	
L1	50	Bulk	○		Argos	50	○	○	○
L1	chl-max	Bulk	○		Argos	chl-max	○	○	
L1	150	Bulk	○		Argos	150	○	○	○
L4	0	○	○	○	M0	0	○	○	
L4	20	○	○		M1	0	○	○	
L4	50	○	○	○	M2	0	○	○	
L4	chl-max	○	○		M3	0	○	○	
L4	150	○	○	○	M4	0	○	○	
L5	0	Bulk	○		M5	0	○	○	
L5	20	Bulk	○		M6	0	○	○	
L5	50	Bulk	○		S4	0	○	○	○
L5	chl-max	Bulk	○		S4	20	○	○	
L5	150	Bulk	○		S4	50	○	○	○
G5	0	○	○	○	S4	chl-max	○	○	
G5	20	○	○		S4	150	○	○	○
G5	50	○	○	○	S5	0	○	○	○
G5	chl-max	○	○		S5	20	○	○	
G5	150	○	○	○	S5	50	○	○	○
G11	0	○	○	○	S5	chl-max	○	○	
G11	20	○	○		S5	150	○	○	○
G11	50	○	○	○					
G11	chl-max	○	○						
G11	150	○	○	○					

### 3-3-13. 生物生産過程と DMS の関係に関する研究

DMS および DMSP, 植物プランクトン顕微鏡観察用試料, DMS-バクテリア培養実験

笠松伸江・福地光男 (情報・システム研究機構国立極地研究所)

多田雄哉・浜崎恒二 (東京大学大学院農学生命科学研究科・東京大学海洋研究所)

硫化ジメチル (DMS,  $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ ) は海洋環境において生物学的に作られる主要な揮発性有機硫黄化合物である。植物プランクトンが生成する硫化ジメチルの前駆体, DMSP (ジメチルスルフォニオプロピオネート) は, 引き続き起こる生物過程を通じて硫化ジメチル (DMS) となり, 大気中に放出され化学変化を経ると雲の凝結核となり, 地球規模気候変化に影響を与えられとされる。

南極海における DMS の生化学的な生成過程を明らかにするため、今航海において、I) 海水中 DMS および DMSP 濃度分布の把握、II) DMSP-バクテリア培養実験を実施した。

#### I) 海水中 DMS および DMSP 濃度分布の把握

St. S1-5, L1, L4, L5, G5, G11, G13, G14, M0-6 において水深 0 m から 200 m (Shallow cast) の DMS, 全 DMSP 濃度および粒状態 DMSP 濃度を測定した (St. S4, 5, M0-6 は 0 m のみ)。試水は直接ニスキンボトルまたはバケツから 50 ml もしくは 100 ml 容シリンジに移され、分析するまで約 4 °C 以下の暗所に保存した。シリンジ内の試料水を、穏やかに加圧しながら Whatman GF/F (47 mm) で大気に接することなくろ過した後、炎光光度検出器付きのガスクロマトグラフ (Shimadzu GC-14B) で分離・定量した。DMS 用のサンプルはすべて 12 時間以内に分析した。バイアル瓶に 6 N の水酸化ナトリウム溶液を加え、ゴム栓とアルミキャップで密栓し、シリンジおよび注射針を用いて試料水 2 から 10 ml をバイアル瓶に注入した。24 時間以上冷暗所 (0-4 °C) に放置し、DMSP を DMS とアクリル酸に分解し、DMS として測定した。この操作により、全 DMSP 分解後の DMS と海水中に溶存していた DMS が測定される。試水を Whatman GF/F でろ過し、その濾紙を 6 N の水酸化ナトリウム溶液 10 mL を入れたバイアル瓶に入れ、アルカリ分解させ GC で分析し、粒状態 DMSP 濃度とした。

植物プランクトンと DMSP 量の関係を把握するため、上記観測点における水深 0, 50 m, Chl. Max (St. S4, 5, M0-6 は 0 m のみ) において顕微鏡用試料の採水を行った。ニスキンボトルまたはバケツから 500 ml 容のサンプル瓶に採水し、2% グルタルアルデヒド-ルゴール混液で固定し、4 °C 以下で保存した。サンプルは日本に帰国後に顕微鏡観察を行い、植物プランクトン種組成のデータを得る予定である。

また、研究用海水を用いて、DMS, 全 DMSP 濃度および粒状態 DMSP 濃度を測定した。

#### II) DMSP-バクテリア培養実験

南極海におけるバクテリアと DMSP 分解の関係を把握するため培養実験を行った。St. L5, G4, G13 において表面海水をバケツまたは揚水ポンプで 200 L くみ上げ、15 cm Whatman GF/F でろ過し、ろ過海水を 200 L タンクに貯めた。数日以内に、200 L タンクから 20 L ユニオンテナー 9 個

にろ過海水を分注した。ユニオンテナー6 個に BrdU および基質として DMSP, ロイシン, グルコースをそれぞれ加えた。2 個には BrdU のみを添加し, 1 個は何も加えずコントロールとして, 5 時間または 7 時間の培養を甲板水槽にて行った。培養実験のはじめ ( $t = 0$ ), 3 時間後 ( $t = 3$ ), 培養実験終了時 ( $t = 5$  または  $t = 7$ ) に DMS(P) 濃度, 細菌数, 細菌群集組成,  $>0.2\mu\text{m}$  クロロフィル, 細菌生産用のサンプルを採取した。DMSP は, 全 DMSP 量と溶存態 DMSP 濃度 (Whatman GF/F の濾液) を測定した。

### 3-3-14. リュツォ・ホルム湾沖におけるサイズ別 Chl. *a* 濃度の分布調査

谷村 篤 (三重大学)

真壁竜介 (国立極地研究所)

#### 1. 目的

リュツォ・ホルム湾海域の海氷環境の異なる海域における海氷の分布状況と一次生産を行う植物プランクトンのサイズ分布特性を明らかにする。

#### 2. 観測実施概要

サイズ別 Chl. *a* 濃度の分析のための海水は、以下の表 13. に示す 7 観測点において実施した。試水は、0, 10, 20, 30, 50, 75, Chl max, 100, 125, 150 および 200 m の 11 層から得た。得られた試水 500 ml を  $10\mu\text{m}$  および  $2\mu\text{m}$  のヌクレポアフィルターおよび GF/F フィルターで分別濾過した。また、別の試水 200ml をバルクのクロロフィル *a* 濃度の測定のために GF/F フィルターで濾過した。濾過後直ちにフィルターをバイアル瓶に移し、DMF (N, N-dimethylformamide) を 6 ml 加えて密栓し、色素を抽出した。抽出液はただちに遮光し、分析まで  $-20^{\circ}\text{C}$  で保存した。最終的に 344 標本を得た。クロロフィル *a* 濃度の測定は船上において、ターナー蛍光光度計を用いて Welschmeyer 法によって測定した。

表 13. クロロフィル用試水採水記録

Date	Station	Sampling depth (m)									
		0	10	30	50	75	Chl max	100	125	150	200
2007 Dec.30	L1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Dec.31	L4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Dec.31	L5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2008 Jan.02	G5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Jan.04	G11	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Jan.05	G13	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○
Jan.05	G14	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Jan.06	Argos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

### 3. 帰国後の予定

帰国後、極地研究所において、リュツォ・ホルム湾海域の海氷環境の異なる海域における海氷の分布状況と一次生産を行う植物プランクトンのサイズ分布特性を明らかにする予定である。

### 3-3-15. 懸濁態粒状有機炭素、窒素濃度および安定同位体比

(POC, PON,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ )

真壁竜介（国立極地研究所）

#### 1. 目的

POC, PON は動物プランクトンの餌粒子現存量と分布把握のため、安定同位体比は食段階推定の際に不可欠なベースライン決定のための測定項目である。特に安定同位体比は2週間から1ヶ月程度の時間積分的な摂餌の履歴を示すことから、氷縁ブルーム以降観測時までの平均的な摂餌特性の解明が期待される。さらに、1ヶ月後に予定されている白鳳丸航海で同様の観測を行い、植物プランクトン組成等の餌群集組成データを引用して、植物・動物両群集の遷移に伴って起こると予想される動物プランクトンの摂餌選択性の変化について解析する。

#### 2. 観測概要

停船観測を行ったリュツォ・ホルム湾沖の8観測点（L1, L4, L5, G5, G11, G13, G14, Stn. Argos）および復路の停船観測点（S4, S5）において、0, 10, 30, 75, 100, 125, 200 m の7層から10Lを採水し、燃焼、秤量済みの Whatmann GF/F でろ過した。フィルターはディープフリーザーにて凍結保存しており、帰国後に分析を行う。

#### 3. 帰国後の予定

フィルターサンプルを HCl でヒューミングした後、質量分析計を用いて粒状物の炭素、窒素量および安定同位体比を測定し、動物プランクトンの値と合わせて解析を行う。